

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ostrava 2015

Roman Camfrla

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**ÚPRAVA TECHNOLOGICKÉ LINKY NA KAMENOLOMU
NEJDEK**

**CHANGE OF TECHNOLOGICAL LINE AT THE QUARRY
NEJDEK**

bakalářská práce

Autor:

Roman Camfrla

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Hummel, Ph.D

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání bakalářské práce

Student: **Roman Camfrla**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102R012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin
Téma: Úprava technologické linky na kamenolomu Nejdek
Change of Technological Line at the Quarry Nejdek

Zásady pro vypracování:

- Úvod
1. Charakteristika lokality
 2. Popis technologie těžby a úpravy suroviny
 3. Návrh na změnu v technologické lince
 4. Základní technické, ekonomické a ekologické zhodnocení
- Závěr

Rozsah práce: 25 - 30 stran textu, 3 - 5 příloh.

Seznam doporučené odborné literatury:

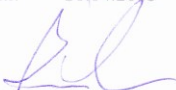
KRYL, V. a kol.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. VŠB Technická univerzita Ostrava. 1997. 282 s.
ISBN 80-7078-396-6
SLIVKA, V. a kol.: *Těžba a úprava silikátových surovin*. 1. vyd. Praha: Silikátový svaz Praha, 2002, 443 s., ISBN 80-903113-0-X

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Hummel, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015


doc. Ing. Petr Žůrek, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtech Dimer, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byl jsem seznámen s tím, že na mojí bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a §60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že je jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěn v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Bylo sjednáno, že VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnou licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, který byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 24. 4. 2015


Roman Camřla

ANOTACE

Autor svou práci rozdělil do čtyř kapitol. Nejprve popisuje lokalitu kamenolomu Nejdek a její geografické, petrografické a hydrogeologické poměry. Následně se zabývá stávajícími podmínkami technologie těžby, zpracováním a úpravou kameniva.

Autor seznamuje čtenáře se svým návrhem na změnu v technologické lince. Pokouší se o modernizaci a zefektivnění výkonu stávající technologické linky s využitím stávajících strojních zařízení. Líčí detailně jednotlivé kroky dané změny a její přínos pro celý provoz. Své závěry hodnotí z různých úhlů pohledu. V samotném závěru pak zdůrazňuje prospěšnost svého návrhu pro celkovou výrobu v daném kamenolomu.

Klíčová slova: drtič, podavač, pásový dopravník, třídič, frakce, skluz, kamenivo, konstrukce

ANOTATION

Author divided his work into four chapters. At the beginning, he describes the locality of the stone pit Nejdek and its geographical, petrographical and hydrogeological conditions. Afterwards, he looks into current conditions of mining, processing and working of aggregate.

Author introduces his proposal of change in the technological line to the reader. He attempts to modernise and improve efficiency of the output current technological line with the usage of current engineering devices. He describes individual steps of a proposed change in detail and its merit to the whole works. He evaluates his conclusions from various angles of view. Last of all, the author emphasises the benefits of his proposal to the whole production in the stone pit.

Key words : breaker, feeder, conveyor belt, sorter, fraction, slide, aggregate, construction

Seznam použitých zkratek

č.	číslo
ČBÚ	Český báňský úřad
ČSN	Česká technická norma
JV	jihovýchod
JZ	jihozápad
kW	kilowatt
m	metr
m. n. m.	metry nad mořem
m ³	metr krychlový
mm	milimetr
Mpa	megapascal
POPD	Plán otvírky, přípravy a dobývání
SV	severovýchod
SZ	severozápad
t	tuna
t/h	tun za hodinu
VTN	vibrační třídič výstředníkový s nuceně vyvolanými kmity

Poděkování

Úvodem své práce bych chtěl poděkovat Ing. Martinu Hummelovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce a odborné konzultace, firmě KAMENOLOMY ČR s. r. o. za poskytnutí dokumentů a příloh týkajících se kamenolomu Nejdek a firmě Báňský inženýring Olomouc, spol. s r. o. za poskytnutí mapových podkladů.

OBSAH

1.	Úvod	1
2.	Charakteristika lokality.....	2
2.1	Stručná historie kamenolomu Nejdek.....	2
2.2	Geologie a petrografie ložiska.....	3
2.3	Hydrogeologické poměry	5
3.	Popis technologie těžby a úpravy suroviny.....	6
3.1	Rozpojování horniny, nakládka a doprava rubaniny.....	6
3.2	Primární drtírna.....	8
3.3	Meziobjektová doprava	11
3.4	Třídírna a expediční zásobníky	12
3.5	Sekundární drtírna	16
4.	Návrh na změnu technologické linky	18
4.1	Odhliňovací hrubotřídíč OHT	18
4.2	Modernizace vibračních třídíčů výstředníkových VTN	20
4.3	Haldovací pásový dopravník D 8	21
5.	Základní technické, ekonomické a ekologické zhodnocení	24
5.1	Technické zhodnocení.....	24
5.2	Ekonomické zhodnocení	25
5.3	Ekologické zhodnocení.....	26
6.	Závěr.....	28
7.	Seznam použité literatury	29
8.	Seznam použitých obrázků.....	30
9.	Seznam příloh	31
10.	Seznam tabulek	31

1. Úvod

Jako téma své bakalářské práce jsem si zvolil „Úprava technologické linky na kamenolomu Nejdek“. V kamenolomu pracuji již patnáct let a to na různých pracovních pozicích, proto jsem s danou problematikou dobře obeznámen a v návrhu vycházím z vlastní praxe.

Dnešní doba poskytuje širokou škálu tuzemských i zahraničních firem zabývajících se těžebními technologiemi a úpravárenskými stroji v těžebním průmyslu. Vše se samozřejmě odvíjí od finančních prostředků a dlouhodobého výhledu odbytu vyrobeného kameniva dané provozovny.

Ve své práci stručně seznamuji s lokalitou kamenolomu Nejdek, zabývám se současnou technologií těžby a úpravami suroviny. Podrobně líčím jednotlivé kroky zpracování, dopravy a úpravy kameniva v jednotlivých částech technologické linky provozovny.

Cílem mé bakalářské práce je vytvořit návrh na změnu v technologické lince kamenolomu Nejdek. Touto změnou bych se chtěl pokusit o modernizaci a zefektivnění výkonu stávající technologické linky s využitím současných používaných strojních zařízení.

V textu popisuji a hodnotím přínosy jednotlivých úprav na technologické lince a to zejména: zvýšení kvality a kvantity konečných produktů, modernizaci některých strojních zařízení a zlepšení bezpečnosti práce.

2. Charakteristika lokality

Oblast kamenolomu Nejdek se nachází v Olomouckém kraji ve východní plošině Nízkého Jeseníku - Oderské vrchy, 200 m západně od severního okraje obce Nejdek (viz obrázek č. 1). Z morfologického hlediska se jedná o členitý terén, tvořený mírně zvlněnou náhorní rovinou s hluboce zaříznutými údolími řek a potoků. Samotná oblast kamenolomu se nachází v nadmořské výšce 350 – 439 m n. m. Dobývací prostor a chráněné ložiskové území kamenolomu spadá z větší části do katastrálního území obce Nejdek.

Na této lokalitě probíhá hornická činnost prováděná hornickým způsobem, která se řídí báňskými předpisy. Dozor nad prováděnou hornickou činností v této provozovně vykonává Obvodní báňský úřad pro území krajů Moravskoslezského a Olomouckého se sídlem v Ostravě.

2.1 Stručná historie kamenolomu Nejdek

Z dnešního pohledu jsou drobné těžební práce pro místní potřebu stavebního materiálu v prostoru těženého ložiska Nejdek datovány od roku 1926.

Jejich průmyslový charakter se váže s koncem 2. světové války a potřebou stavebního kamene pro obnovu zničených sídel.

Podstatnější zvyšování výroby souviselo vždy s výstavbou nebo rekonstrukcí technologického zařízení. V šedesátých letech výroba dosáhla 20 – 30 tisíc m³ a později v sedmdesátých letech 30 – 50 tisíc m³. Po vzrůstající tendenci v osmdesátých letech došlo na počátku devadesátých let v důsledku společensko - ekonomické změny ke snížení výroby na 20 – 40 tisíc m³. V této době také dochází ke změně dosavadního majitele provozovny firmy Silnice Ostrava a.s., kterou odkupem akcií získala firma STRABAG S E a později zařadila do stávající divize MINERAL - KAMENOLOMY ČR s.r.o. Na přelomu tisíciletí má výroba opět vzrůstající charakter 30 – 50 tisíc m³, který trvá do současné doby.

Celkem bylo na ložisku Nejdek vytěženo 1 988 tisíc m³ geologických zásob. Celkové geologické zásoby nyní činí 7 500 tisíc m³, z toho prozkoumané 1 500 m³ a vyhledané 6000 tisíc m³.

V současné době kamenolom zajišťuje těžbu, výrobu a prodej drceného kameniva pro betonárky, obalovny asfaltových směsí, silniční a inženýrské stavby, kamenivo pro kolejové lóže a regulaci vodní toků. Vyráběný sortiment je v nabídce frakcí- 0/4, 4/8, 8/16, 16/32, 0/32, 0/63, 0/150, 32/63, 63/125, lomový kámen netříděný a záhozový kámen.



Obrázek č. 1: Letecký snímek lokality Nejdek (foto: www.mapy.cz)

2.2 Geologie a petrografie ložiska

Lokalita těžené oblasti náleží do komplexu flyšových hornin moravskoslezského paleozoika. Vlastní ložisko je součástí spodní části hradecko – kyjovického souvrství, které je označováno jako hradecké vrstvy. Hlavní těženou horninou je moravská droba, dále se zde vyskytují břidlice, prachovce a slepence.

Charakteristická droba (viz obrázek č. 2) je šedá, místy se zelenomodravým, hnědým nebo modravým nádechem, jemnozrná až středně zrnitá. Zrna jsou tvořena křemenem, živcem, slídami a úlomky různých hornin. Hornina je slabě metamorfovaná. Nezvětralá droba je kompaktní tvrdá hornina s výraznou lavicovou odlučností. Mocnost lavic dosahuje až několika metrů. Při zvětřávání v povrchové vrstvě se barva mění v hnědou, postupně až rezavou a hornina ztrácí na pevnosti. [1]



Obrázek č. 2: Stěna 4. Etáže moravská droba (autor)

Charakteristická břidlice je tmavě šedá, šedě páskovaná až laminovaná. Tmavší pásy jsou jílovité, zbarvené organickou hmotou, světlejší pásy tvoří prachovce. Hornina je břidličnatá, pásy jsou místy zprohýbané. Břidlice plynule přecházejí do prachovitých břidlic a prachovců, které bývají zpravidla světlejší. Odlučnost horniny je destičkovitá, při zvětrávání povrchové vrstvy barva přechází do hnědé až rezavé. Na odlučných plochách se objevují rezavé povlaky. Hornina je nepevná a má sklon k samovolnému rozkladu. Prachovce a břidlice se většinou vyskytují v podobě tenkých vložek v drobách o mocnostech v desítkách centimetrů.

Charakteristický slepenec je šedý až tmavě šedý, bíle a černě skvrnitý. Převážně valouny křemene, živců a kvarcitu do rozměru maximálně prvních centimetrů jsou obklopeny základní hmotou, která má charakter jemnozrnné droby. Místy se vyskytují nepravidelné útržky břidlic. Slepence se na ložisku nachází jako nepravidelné vložky v drobách. Styk drob a slepenců je někde ostrý, někde do sebe horniny přecházejí pozvolna.

Celý sedimentární komplex je výrazně zvrásněný. Lom je založený v ležaté vráse s osou probíhající ve směru JZ – SV. Ve větší části lomu vystupuje svrchní křídlo vrásky s vrstvami v generálním směru JZ – SV a úklonu 30° - 70° k SZ. Spodní křídlo vrásky s vrstvami stejného směru jako u vrchního křídla má úklon většinou do 30° k JV. Vrstvy

jsou místy zprohýbány řadou dílčích vrás, hlavně v polohách prachovců a břidlic. Podle vrstevních spár se často vytvářejí plotny, které určují tvar lomových stěn.

Horniny jsou velmi silně rozpukané několika systémy vesměs strmých puklin. Pukliny jsou průběžné i neprůběžné, často nerovné. Spolu s vrstevními plochami vytvářejí systém, podél kterého se hornina dobře rozpadá. Nejsilnější porušení bylo zjištěno v blízkosti vrásového ohybu.

Na ložisku se vyskytují karbonátové, křemenné a sulfidové žilky. Karbonátové žilky vytváří bílý, žlutavý, nebo narůžovělý dolomit, kalcit nebo siderit. Křemenné žilky jsou utvářeny bílým korodovaným křemenem. Pyrit tvoří ojediněle vlasové žilky nebo povlaky na odlučných plochách břidlic a prachovců, vzácné jsou pestře nabíhající kubické krystalky. Produktem rozkladu pyritu je bílý sádrovec.

Kvartérní pokryv ložiska se skládá z kamenité hlíny s kamenito – hlinitými sutěmi, které obvykle nepřesahují mocnost prvních metrů.

2.3 Hydrogeologické poměry

Hydrogeologické poměry ložiska jsou jednoduché. Na lokalitě se nenacházejí žádné povrchové vodoteče ani akumulární nádrže. Vlastní ložisko se nachází nad místní erozivní bází a je kolektorem s nízkou puklinovou propustností. Propustnost se mění s intenzitou s intenzitou rozpukání. Kolektor je dotován pouze atmosférickými srážkami, které nasakují do ložiska a jsou odvodňovány v povodí potoka Luhy. Důlní voda, kterou tvoří srážková voda a voda vyvěrající z puklin, je z prostoru lomu odváděna gravitačně. Informace k těmto kapitolám jsem čerpal z POPD a geologické dokumentace kamenolomu Nejdek. [1]

3. Popis technologie těžby a úpravy suroviny

Těžba probíhá v kamenolomu Nejdek na pěti etážích pomocí těžební metody s využitím rozpojování trhacími pracemi. Nakládka rubaniny probíhá cyklicky pracujícími lopatovými rypadly. Transport rubaniny k primárnímu drtiči zajišťuje kolová doprava používající nákladní automobil. V technologické lince je rubanina postupně drcena čelistovými drtiči, podrcené kamenivo dopravují pásové dopravníky k zušlechtní kuželovým drtičem a vytřídění vibračními třídiči výstředníkovými s nuceně vyvolanými kmity. [2] Výsledné produkty se expedují ze zásobníků nebo kolovým nakladačem ze skládek. Vážení probíhá na silniční mostové váze.

3.1 Rozpojování horniny, nakládka a doprava rubaniny

Primární rozpojování horniny kompletně provádí dodavatelská firma Cemdest s. r. o., trhacími pracemi velkého rozsahu pomocí clonových odstřelů. Pro vrtné práce firma využívá vrtnou soupravu (viz obrázek č. 3) na housenicovém podvozku Atlas Copco F 9 C s rotačně příklepným vrtáním a vnějším kladivem. [3]



Obrázek č. 3: Vrtací souprava Atlas Copco F 9 C (zdroj: www.cemdest.cz)

Generální projekt trhacích prací pro provozovnu Nejdek stanovuje konečný sklon lomových stěn na 78° , proto jsou vrtány záhlavní vrty pod tímto úhlem. Vrtná souprava také provádí patní a zálomové vrty, které zvyšují efektivitu celého clonového odstřelu. Vrty jsou následně nabity průmyslovou trhavinou.

Nadměrné kusy rubaniny se rozpojují pomocí hydraulického bouracího kladiva umístěného na pásovém rypadle CAT 325 LNME. Bourací kladivo plně nahradilo trhací práce malého rozsahu určených k rozpojování nadměrných kusů rubaniny.

Nakládání rubaniny (viz *obrázek č. 4*) z rozvalu od těžební stěny provádí dodavatelská firma Pomp. K tomuto účelu používá dvou rypadel a to kolového rypadla Liebherr 316 s objemem hloubkové lopaty $0,9 \text{ m}^3$ a pásového rypadla Case 988 s hloubkovou lopatou o objemu $1,3 \text{ m}^3$. [4]



Obrázek č. 4: Nakládka rubaniny Case 988 (autor)

Technologickou kolovou dopravu rubaniny od těžební stěny k dalšímu zpracování v primární drtírně zajišťuje dodavatelská firma Velocha. K tomuto účelu používá nákladní automobil Tatra 815 S 1 s užitečným zatížením 15 t. Tímto nákladním automobilem zajišťuje také vyvážení vyrobených frakcí z expedičních zásobníků na jednotlivé skládky.

Pro expedici kameniva ze skládek (viz *obrázek č. 5*) a nakládání lomového netříděného kamene a záhozového kamene se využívá firemní kolový nakladač Volvo 120 F s prodlouženým výložníkem a lopatou o objemu 3,3 m³.



Obrázek č. 5: Nakládka expedičním nakladačem Volvo 120F (autor)

Provozovna využívá kropicí vůz Liaz s nástavbou Karosa o objemu 7 m³ pro omezení prašnosti na lomových komunikacích a příjezdové komunikaci vedoucí obcí Nejdek, kterou používají nákladní automobily odvázející kamenivo k jednotlivým odběratelům. K tomuto účelu kropicí vůz čerpá důlní vodu z vyhloubené nádrže na čtvrté etáži.

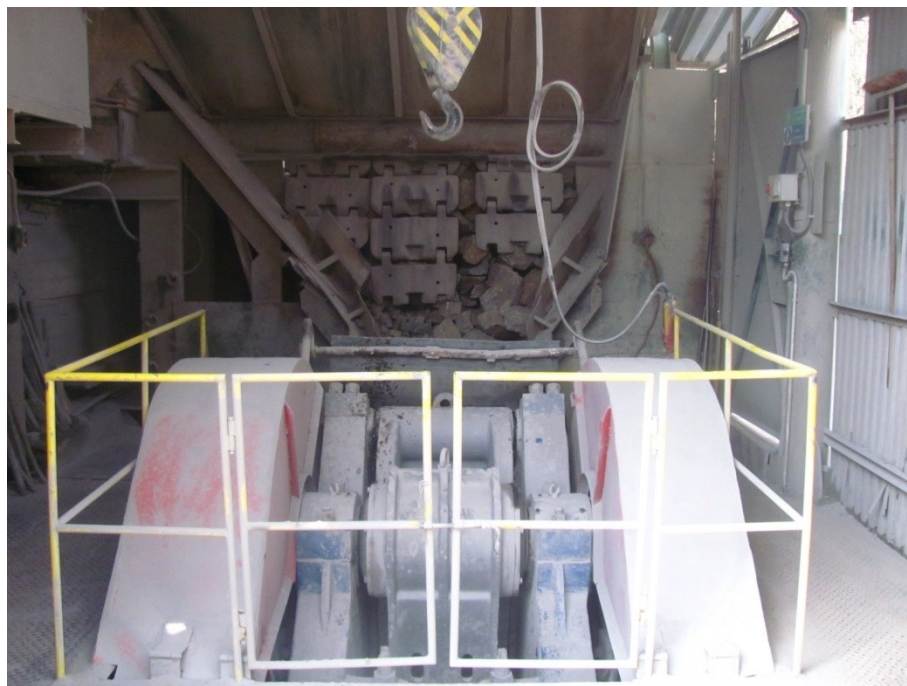
3.2 Primární drtírna

Uzavíratelný prostor primární drtírny je zastřešen. V jeho vrchní části je umístěna kabina obsluhy primárního drtiče. Z tohoto místa obsluha dává signály řidiči nákladního automobilu, zda může najet na nájezdy násypky a následně vysypat rubaninu. Ze svého stanoviště také ovládá vozíkový podavač, spouštění a vypínání primárního drtiče, kuželového drtiče GP 100 MF, zkrápění a tlakové zmlžování tryskami vzduch – voda, pro omezení prašnosti v jednotlivých úsecích technologické linky.

Násypka primárního drtiče o objemu 15 m³ obdélníkového půdorysu má šikmé zužující se stěny, které jsou vyloženy otěruvzdorným ocelovým plechem o síle 30 mm. Ploché dno 700 x 4000 mm tvoří deska vozíkového podavače.

Podavač vozíkový je tvořen vozíkem krytým ocelovou deskou 50 x 800 x 4500 mm z otěruvzdorného materiálu, pojíždějící po osmi vodících kolech střídavě vpřed a vzad. K tomuto pohybu dochází pomocí dvou ojníc, napojených na excentrický klikový mechanismus převodovky s elektromotorem 7,5 kW.

Nyní upřesním, v čem spočívá princip podávání materiálu. Pokud je vozík v klidu, vysypaný materiál se na něm uloží, při pohybu vozíku vpřed je vrstva materiálu vynesena o délku zdvihu vozíku. Dochází k trhání materiálové vrstvy a současně k doplnění materiálu z násypky. Při pohybu vozíku zpět se tedy materiálová vrstva nemůže vrátit a nastává tření pohybující se vodorovné desky vozíku o stojící materiálovou vrstvu. Opakováním popsaného cyklu dochází k přerušovanému dopředu se pohybujícímu toku materiálové vrstvy do drtícího prostoru primárního drtiče. [5]



Obrázek č. 6: Primární drtič s násypkou (autor)

Primární čelistový dvouvzpěrný drtič má typové značení V7 – 2N (viz *obrázek č. 6*). Materiál určený k drcení se dopravuje do drtícího prostoru drtiče, který je tvořen dvěma bočními klíny a dvěma podélně rýhovanými čelistmi, z nichž jedna je pevná

a druhá pohyblivá. Klíny a čelisti svou vzájemnou polohou utvářejí klínovitou komoru, směrem dolů se zužující. Vodorovný profil, ohraničený horní hranou drtícího prostoru, vytváří vstupní otvor 800 x 500 mm, který omezuje maximální velikost jednotlivých kusů kamene. Klíny a pevná čelist jsou usazeny v jednodílné lité frémě. Fréma představuje robustní konstrukci, jelikož musí odolávat vysokým tlakům, vznikajícím při pracovním procesu v drtícím prostoru stroje.

Pohyblivá čelist je upevněna na kyvadle zavěšeném na vodorovné ose a dostává kývavý pohyb na své dolní části pomocí ojnice a dvou vzpěrných desek, z nichž zadní vytváří pojistku proti poškození stroje. Ojnice, vzpěrné desky a kyvadlo tvoří kývavý mechanismus uváděný v činnost výstředníkovým hřídelem. Na jeho obou koncích jsou bohatě dimenzovány setrvačníky, z nichž jeden je současně řemenicí.

Materiál drtí tlak, který vzniká střídavým svíráním drtících čelistí. Při zpětném chodu pohyblivé čelisti se drtící otvor opět rozšiřuje, drcený materiál klesá vlastní vahou níže, až propadá výstupní štěrbinou, seřízenou na požadovanou velikost. Podrcený materiál je usměrněn ocelovým skluzem do násypky hlavního pásového dopravníku D 1. Šířka výstupní štěrbiny mezi čelistmi, která má hlavní vliv na velikost vyráběného zrna a zároveň i na výkon stroje, se mění stavěcím klínem. Stavěcí klín je uložen v zadní části drtiče a může se svisle posouvat pomocí šroubů na frémě stroje. Zdvíháním nebo spouštěním stavěcího klínu se výstupní štěrbina zvětšuje nebo naopak zmenšuje.

Rýhovaný povrch čelistí podporuje drtící účinek předdrcováním horniny a to soustředěním tlaku do méně bodů. Drtící čelisti jsou z kvalitní lité oceli s obsahem 14 % manganu. Při drcení bývají čelisti nejvíce namáhány ve spodní části, proto jsou konstruovány tak, aby se mohly obrátit. Takže opotřebovaná část čelisti přijde do prostoru vstupního otvoru a méně opotřebovaná část se dostane na dno drtícího prostoru.

Pružné uchycení drtiče k masivnímu základu zajišťují dva dubové pražce, na kterých je posazena fréma a uchycena čtyřmi kotvami.

Pohon drtiče tvoří samostatná jednotka, umístěna mimo drtič. Používá se asynchronní elektromotor 55 kW v uzavřeném provedení s řemenicí a pěti klínovými řemeny. [6]

Nad primárním drtičem je umístěná jeřábová dráha pro zvedací zařízení balkancar o nosnosti 5 t, které slouží pro opravy samotného drtiče a manipulaci s nadměrnými kusy lomového kamene.

3.3 Meziobjektová doprava

Dopravu drceného kameniva obstarávají dva pásové dopravníky šíře 800 mm s označením D 1 a D 7, kdy dopravník D 1 o délce 39.000 mm směřuje materiál z drtírny dovrchně na třídírnu a dopravník D 7 s délkou 33.000 mm odvádí materiál ze zásobníků dovrchně do vyrovnávacího zásobníku sekundární drtírny. Nosná konstrukce pásových dopravníků je ze svařovaných válcovaných profilů a kotví na podpěrách. Konstrukce tvoří trať mezi vratným a výsypným bubnem. Slouží zejména pro podepření a vedení dopravního pásu v horní i spodní větvi. V horní větvi tohoto pásového dopravníku jsou rozmístěny tříválečkové stolice. [7] Používají se standardizované válečky průměru 89 mm a délky 290 mm. Ve spodní vratné větvi jsou rozmístěny jednoválečkové stolice pro válečky stejného průměru a délky 900 mm.

Tříválečkové stolice vytváří korýtko pro vedení dopravovaného materiálu na pryžotextilním pásu. Pryžotextilní pás tvoří nekonečný prvek obíhající okolo koncových bubnů a plní funkci nesení materiálu. Dopravní pás je konstruován z nosné kostry polyamidu nebo polyesteru s jednou až šesti vložkami. Nosnou kostru ochraňuje pryžová krycí vrstva a ochranné okraje.

U všech pásových dopravníků se napínání a vystředování pásu provádí tažným napínáním vratného a výsypného bubnu pomocí šroubů.

Poháněcí stanicí dopravníku D 1 tvoří pogumovaný jednobubnový pohon s pomocným válcem, který je umístěn v polovině délky konstrukce pásového dopravníku. Pohon na hnací buben zajišťuje přes axiální čepovou spojku, čelní patková dvoustupňová převodovka s plným výstupním hřídelem a přírubovým elektromotorem o výkonu 11 kW.

Pásový dopravník D 7 je určen k dovrchní dopravě kameniva na sekundární drtírnu do vyrovnávacího zásobníku kuželového drtiče GP 100 MF. Proto je v dolní části vybaven indikátorem kovů HKP3 – 800 pro pásové dopravníky nerudných surovin. Slouží k zastavení dopravy materiálu při detekci kovových nedrtitelných předmětů v kamenivu.

Pásový dopravník je zakrytován a jako pohonnou jednotku hnací stanice využívá kuželočelní násuvnou převodovku s přírubovým elektromotorem 11 kW.

Oba pásové dopravníky jsou vybaveny obslužnou lávkou, která tvoří součást nosné konstrukce pásového dopravníku. Samotná lávka je vyrobena z ocelové konstrukce s pochozími ocelovými rošty a po straně umístěným zabradlím.

Pro bezpečnost práce jsou vedeny po stranách dopravníků vypínací lanka spojené s koncovými vypínači, pomocí kterých lze po zatáhnutí v kterémkoliv úseku zastavit chod pásového dopravníku. Rotující části pásových dopravníků zajišťují kryty.

3.4 Třídírna a expediční zásobníky

Třídírna je umístěna nad ocelovými expedičními zásobníky (viz obrázek č. 7), které jsou podélně usazeny na dvou opěrných zdech, umožňujících průjezd nákladních automobilů vyvážejících kamenivo ze zásobníků.

Třídírnu tvoří uzavřená ocelová konstrukce, do které se přivádí podrcený materiál hlavním pásovým dopravníkem D. 1. Kromě tří ocelových skluzů technologickou dopravu na třídírně zajišťuje pět pásových dopravníků šířky 800 mm různých délek a sklonů, uchycených podepřením nebo zavěšením v konstrukci třídírny.



Obrázek č. 7: Třídírna s expedičními zásobníky (autor)

Pásové dopravníky na třídírně jsou standardní konstrukce, na nosné konstrukci mezi vratnými a poháněcími stanicemi jsou pro horní větev umístěny tříválečkové stolice, ve spodní vratné větvi pak stolice jednoválečkové. Pohon na hnací buben zajišťuje, přes axiální čepovou spojku, čelní patková dvoustupňová převodovka s plným výstupním hřídelem a přírubovým elektromotorem o výkonu 4 kW.

Na třídírně jsou dva dvouplošinové vibrační třídiče výstředníkové VTN 1500 x 4000 mm, které pracují s nuceně vyvolanými kmity, odvozenými od výstředníkového hřídele, na kterém je výstředník o excentricitě 2 mm. Třídič VTN se skládá z rámu, z výstředně uloženého hřídele s vývažky na vyrovnávání dynamických účinků třídiče, pružinových tlumičů, skříň a třídících sít. Třídič je zavěšen pomocí čtyř tyčí, které jsou svými horními konci upevněny na pružinách. Délka jednotlivých tyčí udává sklon třídící plochy.



Obrázek č. 8: Třídič VTN pro hrubé třídění (autor)

Pohon zajišťuje elektromotor 11 kW s převodem klínovými řemeny, které otáčejí řemenicí naklínovanou na hřídeli, uloženém výstředně se stálou excentricitou. Skříň koná nucený kruhový kmitavý pohyb s konstantní amplitudou výchylek při rozběhu, provozu a zastavení stroje. Skříň je dvouplošinová, kde mezi bočnicemi jsou rozpěrné trubky, na kterých je vytvořen podpěrný rošt pro jednotlivá síta.

U třídiče pro hrubé třídění (viz *obrázek č. 8*) se používají síta s průměrem drátu 10,0 mm a velikosti čtvercových otvorů 63 x 63 mm v první části horní plošiny a 70 x

70 mm ve spodní části horní plošiny. Nadsítná frakce 63 x 125 mm je odváděna z třídiče skluzem na dopravník D 3. Na spodní plošinu ve vrchní části se upevňuje ocelové síto s průměrem drátu 5,0 mm a velikosti čtvercových ok 18 x 18 mm a ve spodní části plošiny síto s průměrem drátu 7,0 mm s okatostí 35 x 35 mm. Nadsítná frakce z této plochy směřuje přímo do zásobníku pro kamenivo 32 x 63 mm. Propad sítem 18 x 18 mm tvoří frakci 0 x 16 mm, jež padá do násypky pásového dopravníku D 4, který materiál dovrchně směřuje k třídiči pro jemné třídění. Propad sítem 35 x 35 mm směřuje do zásobníku kameniva 16 x 32 mm.

U třídiče pro hrubé třídění se síta upevňují pomocí šroubů s podložkami ve střední části a klínováním dřevěnými klíny po stranách. Materiál použitý na výrobu sít odpovídá třídě oceli dle ČSN 12050.

U třídiče pro jemné třídění je horní plošina osazena dvěma síty s průměrem ocelového drátu 2,8 mm a velikosti čtvercových otvorů 10 x 10 mm. Nadsítná frakce je z třídiče odváděna skluzem na pásový dopravník D 5, jež směřuje do zásobníku kameniva 8 x 16 mm.

Na dolní plošině jsou uchycena dvě síta s průměrem ocelového drátu 2,0 mm a velikosti čtvercových otvorů 5 x 5 mm. Nadsítná frakce z této plochy padá do zásobníku kameniva 4 x 8 mm a propad síta směřuje do zásobníku frakce 0 x 4 mm.

Síta u tohoto typu třídiče se upevňují pomocí napínacích šroubů a plechů s falcem, kterým jsou jednotlivá síta opatřena.

Šest ocelových kombinovaných expedičních zásobníků plněných shora, každý o objemu 20 m³, jsou vybaveny na čtyřhranném nátrubku výpustného otvoru dvojitými segmentovými uzávěry, s dvěma přímočarými dvojčinnými hydraulickými motory. [5] Ty pracovník expedice z předního ochozu jednotlivě obsluhuje pomocí elektrohydraulického ovládání. Pro případ poruchy je v hydraulickém okruhu zařazen membránový akumulátor, který zajistí nouzové uzavření segmentových uzávěrů. Všechny zásobníky obsahují ultrazvukové hladinové snímače stavu jejich naplnění.

Ze zadní podélné strany u zásobníků frakcí 16 – 32 a 32 – 63 mm se nachází jednoduché ploché uzávěry s ručním ovládáním. Jednoduchý plochý uzávěr je tvořen plochým šoupátkem ve vodícím rámu, spojeném s boční výpustnou částí zásobníku. [5] Z těchto výpustí materiál směřuje pomocí ocelových skluzů na pásový dopravník D 7.

Na pás směřuje kromě již zmíněných dvou skluzů i podrcený materiál z dvojvzpěrného čelistového drtiče DCD 500 x 400 (viz obrázek č. 9). Do jeho násypky se přivádí frakce 63 – 125 mm z třídirny pásovým dopravníkem D 6. Tuto frakci zdrobňuje pro kuželový drtič GP 100 MF, u kterého se požaduje maximální velikost zrna kameniva na vstupu 85 mm.



Obrázek č. 9: Dvouvzpěrný čelistový drtič DCD 500 (autor)

Dvouvzpěrné čelistové drtiče řady DCD slouží k hrubému drcení nelepivých středně tvrdých a tvrdých materiálů s pevností v tlaku 400 Mpa. Oproti primárnímu drtiči je moderněji konstruován. Drtící prostor má zakřivený tvar, který současně posunutým závěsem kyvadla k ose drtícího prostoru zvyšuje výkonnost a zároveň snižuje opotřebení drtících čelistí. Drtící prostor tvoří vydutá pevná čelist, vypouklá pohyblivá čelist a boční pancěře. Nastavení výstupní šterbiny se provádí přestavováním pevné čelisti pomocí stavěcího zařízení umístěného v prostoru dolního předního čela. Pojistku proti nedrtitelnému předmětu při vniknutí do drtícího prostoru zastává pojistná deska umístěná v dolní části, mezi pevnou čelistí a zadním příčným nosníkem. Lože stroje vytváří dva příčné nosníky na přední straně, vrchní a spodní nosníky, o které se opírá nosník nahrazující zadní čelo. Tyto tři nosníky spojují dvě bočnice ze silných plechů, vyztužené žebry a vytvářející tak tuhé, dimenzované lože. Pohon drtiče zajišťuje elektromotor 22 kW

pomocí klínových řemenů na jeden ze dvou setrvačníků, který představuje zároveň řemenici. [8]

Masivní ocelová konstrukce, na které je upevněn drtič DCD 500 x 400 spolu s elektromotorem, se nachází nad pásovým dopravníkem D 7. Horní obslužnou plošinu tvoří ocelové rošty. Plošinu ohraničuje zábradlí s okopovými plechy a zpřístupňuje ocelové schodiště. Směrem k obci stojí protihluková stěna, pohlcující hluk, jenž vzniká při drcení.

3.5 Sekundární drtírna

Prostor sekundární drtírny (viz *obrázek č. 10*) zastřešuje ocelová konstrukce s krycími plechy, podepřená čtyřmi sloupy. Ve vrchní části je umístěná jeřábová dráha pro zvedací zařízení Balkancar 3,2 t.

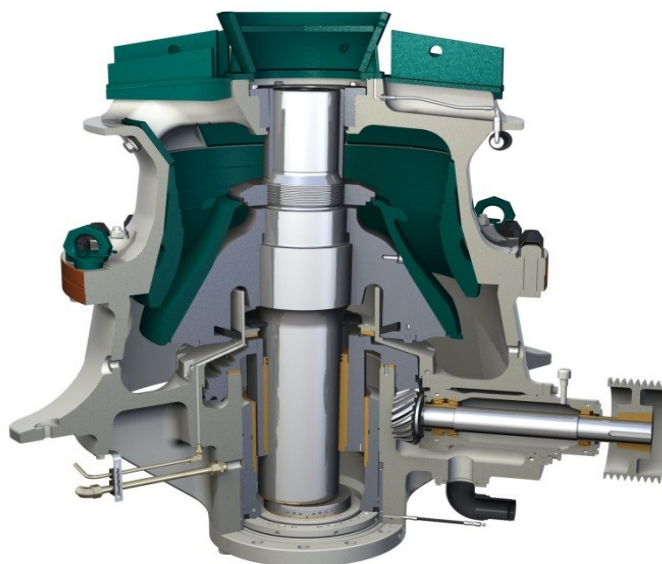
V těchto prostorách se nachází jednoduchý pravoúhlý vyrovnávací zásobník svařované ocelové konstrukce o objemu 8 m³. Jeho plášť tvoří základní plech tloušťky 6,0 mm, otěrová místa jsou vyložena vyměnitelným otěruvzdorným ocelovým plechem 8,0 mm. Zásobník je osazen dvoustavovým snímačem hladiny s nastaveným minimem a maximem naplněnosti kamenivem. Vrchní pochozí část se zábradlím tvoří ocelový žebrovaný plech, který vytváří plošinu, na niž pak navazuje obslužná lávka pásového dopravníku D 7. Uprostřed plochy je umístěn přesyp hnací stanice tohoto dopravníku do zásobníku. Spodní část zásobníku tvoří tyčový uzávěr pro případné zastavení toku materiálu.



Obrázek č. 10: Sekundární drtírna (autor)

Pod tyčovým uzávěrem je umístěn vibrační žlabový podavač VZD 065 021. Mezi výpustným otvorem a plochou vibračního podavače se nachází šikmý skluz, zabráňující přímému působení Janssenovy síly, vznikající buzením kmitů dopravního žlabu. Pro zabránění přenosu dynamických sil do okolní konstrukce podavač podpírají čtyři pryžokovové antivibrační prvky [9]. Rychlost podavače reguluje pomocí frekvenčního měniče pracovník z kabiny obsluhy primárního drtiče, z které sleduje průběžně stav podávání materiálu. Tok materiálu z vibračního žlabového podavače míří do násypky kuželového drtiče firmy Metso - Nordberg GP 100 MF s vrchním ložiskem. Tento drtič je navržen pro jemné drcení.

Součástí GP 100 MF je snímač hladiny materiálu v násypce drtiče, zabráňující přílišnému naplnění vstupní násypky. Drcení probíhá mezi pevným vydutým prvkem a excentricky se otáčejícím pláštěm. Předlohový hřídel, který přenáší otáčky klínovými řemeny od elektromotoru 90 kW a pastorkem kuželového soukolí na excentricky uložený hlavní hřídel (*viz obrázek č. 11*). Nastavování drtící štěrby, mazání a jištění probíhá pomocí tlakového hydraulického systému. Podrcený materiál propadáá výstupním otvorem pod drtičem na pásový dopravník D 1. [10]



Obrázek č. 11: Nordberg GP 100 MF (zdroj: www.metso.com)

4. Návrh na změnu technologické linky

Návrh na změnu se zabývá možným řešením v navýšení celkové výroby, snížení podílu jemných částic u drceného kameniva a prioritně navýšení výroby šterkodrtí. Vycházím z vlastní praxe a zkušeností s obsluhou a údržbou jednotlivých částí technologické linky. Částečná rekonstrukce se bude týkat primární drtírny a třídírny.

4.1 Odhliňovací hrubotřídič OHT

Jako možné řešení v navýšení výroby bych navrhoval rekonstrukci násypky primární drtírny s vozíkovým podavačem k dávkování rubaniny do primárního dvouvzpěrného čelistového drtiče V 7 – 2N. Mezi tyto dva stroje, podavač a drtič bych chtěl zařadit odhliňovací hrubotřídič OHT, který vyrábí firma PSP Engineering a.s.

Třídiče OHT jsou určeny pro primární třídění vytěženého materiálu, kameniva a odhlinění. Odtříděním jedné frakce z materiálu před primárním drcením se dosahuje odlehčení primárního drtiče. Třídící plochy napomáhají zlepšení provozu drtiče a zvýšení výkonu celé linky.

Skříň třídiče je navržena pro zatížení od velkých kusů těžného materiálu. Horní třídící plocha je robustní konstrukce z vyztuženého děrovaného plechu nebo je roštnicová s kaskádami. Dolní třídící plocha je síťová, roštová nebo prstová a slouží k odtřídění zahliněné frakce. Třídič pohání nevývažkový budič. Výsledný vibrační pohyb je kruhový. Třídič leží na pružných podpěrách umožňujících změnu jeho sklonu dle technologických požadavků. Pro rozběh a doběh jsou třídiče vybaveny pryžovými omezovači kmitů. [11]

Z nabízených typů odhliňovacích hrubotřídičů OHT považuji za vyhovující model OHT 1025. Tento typ stroje má šířku třídící plochy 1 000 mm a délku 2 500 mm, dvě třídící plochy, maximální velikost rubaniny na vstupu 630 mm, hranici třídění 10 – 300 mm s maximálním výkonem 320 t/h a elektromotorem 7,5 kW. Se sklonem tohoto třídiče 20°, amplitudou kmitání 5 mm a frekvencí kmitání 13 Hz.

Pro umístění tohoto stroje budou nutné patřičné úpravy stávající primární násypky, pohonu vozíkového podavače a úpravy cesty pro nákladní automobil navázející rubaninu.

Celou ocelovou konstrukci primární násypky včetně podpěr bude nutno osově přemístit o 2 500 mm, aby vznikl prostor mezi drtičem a násypkou pro nový hrubotřídič. Pro tento účel vyhovuje zrušení pohonu vozíkového podavače klasickou převodovkou s klikovým mechanismem umístěnou za násypkou. Tím vznikne prostor pro posunutí celé konstrukce násypky o 2 500 mm. Vozíkový podavač by pro svou vysokou provozní spolehlivost zůstal zachován, ale pro úsporu prostoru dojde ke změně na hydraulický pohon pomocí a to dvojčinného přímočarého hydraulického motoru. Hydraulický pohon umístěný v ose pod vozíkovým podavačem umožní lepší využití místa a zachování principu podávání materiálu.

Prostor pro umístění nového třídiče bude nutno upravit dle technologické dokumentace a to tak, aby podávaný materiál směřoval z vozíkového podavače na třídící plochu hrubotřídiče a z ní pak do drtícího prostoru primárního drtiče.

V současném uspořádání primární drtírny není možné odhliněný materiál odvádět mimo tyto prostory. Proto doporučuji horní třídící plochu osadit kaskádovými roštnicemi s tím, že dolní plocha zůstane bez sít a odtríděná frakce 0 – 100 mm bude směřována pomocí skluzu na pásový dopravník D 1. To znamená před dopad ze skluzu podrceného materiálu z primárního drtiče. V tomto úseku navrhuji umístit do konstrukce pásového dopravníku D 1 dopadové lože, které utlumí nárazovou energii materiálu dopadajícího z výšky na dopravní pás. Dopadové lože poskytuje maximální podporu pásu v celé délce a šířce zóny nakládání materiálu, preventivně zabraňuje poškození dopravního pásu a minimalizuje spad materiálu.

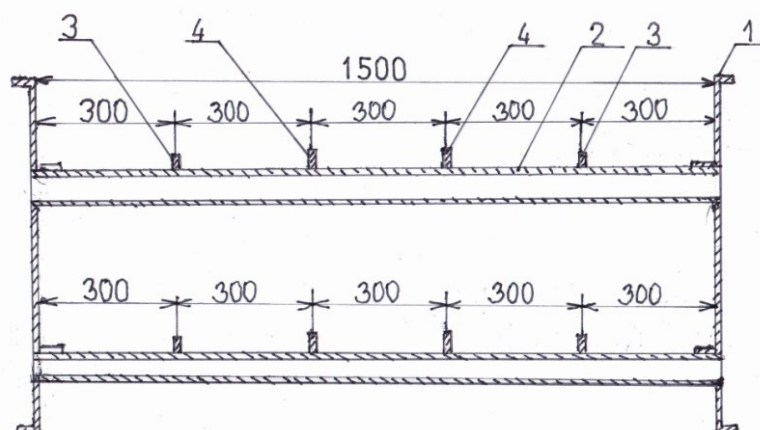
Po přesunutí celé konstrukce násypky bude nutné upravit i 25 m dlouhý dovrchní nájezd pro nákladní automobil s naváženou rubaninou. Vzhledem k omezenému prostoru k tomuto účelu nejlépe vyhovují opěrné stěny tvaru T, jsou to železobetonové dílce pro rychlou výstavbu opěrných stěn. Dodávány jsou v délkách 1 000 mm s 1 850 mm šířkou a výškou od 2 750 – 5 500 mm. Volný prostor mezi novou opěrnou zdí a stávajícím nájezdem se vyplní a dorovná frakcí 0 – 150 mm, čímž bude vytvořen nový nájezd k primární násypce.

4.2 Modernizace vibračních třídačů výstředníkových VTN

Současná konstrukce třídírny bohužel neumožňuje výměnu dvou dvousítných třídačů VTN 1500 x 4000 mm za nové výkonnější typy pro jejich rozměrové a váhové proporce. Také vzhledem k tomu, že třídače VTN vyhovují základním funkčním mechanickým parametrům [12]. Jako možné východisko navrhuji jejich modernizaci.

U třídače pro hrubé třídění doporučuji změnu stávajícího uložení a systému uchycení síťové plochy, které se doposud upevňují pomocí podložek a šroubů M 16 x 60 mm na kovovou konstrukci třídače. Navíc se musí po stranách zajistit dřevěnými trámkami a klíny.

Nový systém využívá příčného napínání kovovými lištami přes napínací šrouby v bočnicích třídače.[12] Na obou plochách třídače se budou muset na příčníky kolmo navařit ve 300 mm odstupu dvě krajní ploché tyče 30 x 10 x 4 000 mm a dvě středové tyče 40 x 10 x 4 000 mm (viz obrázek č. 12). To umožní obloukovité vypnutí pro rovnoměrnější rozptýlení toku materiálu po sítěch. Na pásové tyče se poté umístí gumové profily k ochraně síta a to v místě kontaktu s novými ocelovými nosníky. Nová síta už budou standardně dodávána s falcem pro uchycení napínacími kovovými lištami.



1. skříň třídače
2. příčník třídače
3. plochá tyč 30 x 10 x 4 000
4. plochá tyč 40 x 10 x 4 000

Obrázek č. 12: Výkres úpravy třídače VTN (autor)

Třídač pro jemné třídění frakce 0 - 16 mm, u kterého je hlavní negativem plošné zalepování sít při vyšší vlhkosti materiálu zejména při odtržení frakce 0 - 4 mm, navrhuji použití harfových sít s horizontálně zvlněnými dráty na obou plochách třídače. [13] Toto řešení bude vyžadovat podélné navaření plochých tyčí 30 x 10 x 1500 mm na příčníky

třídíče, na které se umístí polyuretanové profily k ochraně síta. Standardně používána harfová síta se v místech kontaktu s polyuretanovými profily zpevní příčnými průplety. Tyto průplety navíc zpevňují polyuretanové pásy, které zajistí vyšší životnost harfových sít. Pro uchycení napínacími šrouby jsou na sítích umístěny krycí plechy s upevňovacím falcem.

4.3 Haldovací pásový dopravník D 8

Nevyužitý prostor bývalé skládky frakce 63 – 125 mm vedle třídírny by mohl posloužit pro uskladnění frakce 0 – 150 mm a to pomocí haldovacího pásového dopravníku s označením D 8 vedoucího z třídírny od pásového dopravníku D 1 do tohoto prostoru (viz *obrázek č. 13*). Tím by odpadlo vyvážení nákladním automobilem z expedičního zásobníku na skládku a zvýšila by se celková výroba samotného produktu.

Ve svém návrhu bych chtěl umístit násypku vynášecího haldovacího dopravníku frakce 0 - 150 pod pásový dopravník D 1. Z tohoto důvodu bude nutná úprava stávajících pásových dopravníků D 2 a D 3.



Obrázek č. 13: Místo pro skládku frakce 0 – 150 mm (autor)

Pásový dopravník D 3 vynáší nadsítnou frakci 63-125 mm třídíče pro hrubé třídění VTN. Na tento pásový dopravník je tok materiálu nasměrován pomocí ocelového skluzu.

Materiál na výstupu z pásového dopravníku směřuje pomocí překlápěcího skluzu ovládaného ručně pákou, buďto při poloze skluzu č. 1 do expedičního zásobníku nebo při poloze č. 2 na pásový dopravník D 6, jenž dále přemístí frakci do násypky dvouvzpěrného čelistového drtiče DCD 500 x 400.

Pro uvolnění místa pro pásový dopravník D 8 navrhuji u pásového dopravníku D 3, zkrácení délky konstrukce o 500 mm a přemístění poháněcí stanice z druhé strany pásového dopravníku dopravníku. Překlápěcí skluz umístit tak, aby při poloze č. 1 materiál padal na pás D 6 a při poloze č. 2 do expedičního zásobníku. Tímto uspořádáním vznikne prostor pro umístění nového pásového haldovacího dopravníku D 8.

Další nutnou změnu vyžaduje pásový dopravník D 2, který odebírá dopadající materiál z pásového dopravníku D 1, dovrchně dopravuje materiál pro hrubé třídění na třídiči VTN a nebo při výrobě frakce 0 x 150 mm v reverzním chodu přímo do expedičního zásobníku, nad nímž je umístěna vratná stanice dopravníku D 2.

U tohoto pásového dopravníku doporučuji umístění točny v místě zavěšení nad třídičem VTN a přidání podpěrné dráhy pro vodící pojezdová kola ve spodní části konstrukce pásového dopravníku. Pomocí dvojčinného hydraulického přímočarého motoru, se spodní část pásového dopravníku po odjištění přesune mimo dopad materiálu z pásového dopravníku D 1. Tok materiálu by následně směřoval do násypky haldovacího pásového dopravníku D 8.

Stabilní vodorovný haldovací pásový dopravník D 8 by byl příhradové konstrukce z ocelových profilů délky 12 000 mm, v horní větvi rozmístěné tříválečkové stolice pro pryžotextilní pás šíře 800 mm a ve spodní vratné větvi jednoválečková stolice. Pohon hnací stanice by zajišťovala násuvná kuželočelní převodovka s přírubovým elektromotorem 7,5 kW. Napínání, povolování a vystředování pásu by se provádělo pomocí tažného napínání vratného a hnacího bubnu a to pomocí šroubů. [7]

Součástí ocelové konstrukce pásového dopravníku by tvořila 600 mm široká servisní lávka s pochozími ocelovými rošty a po straně umístěným zabradlím.

U vratné stanice dopravníku D 2 by byl dopravník uchycen na konstrukci třídírnny, mimo třídírnny se uchytl na vybudované podpěře, která by umožňovala jeho vynesení nad volné prostranství vedle třídírnny. Nově vybudovaný pásový dopravník by směřoval frakci 0 -

150 mm přímo na skládku vedle třídrny, čímž odpadne vyvážení nákladním automobilem z expedičního zásobníku na skládku a zvýší se výroba samotného produktu.

Tímto uspořádáním by se naskytla možnost zřízení záložní skládky rubaniny v blízkosti primární drtírny, která by se doplňovala při opravách na technologické lince. Naopak při opravě navážejícího nákladního automobilu Tatra 815, bude navážet rubaninu ze záložní skládky expediční nakladač Volvo 120 F do násypky primární drtírny. Díky haldovacímu pásovému dopravníku D 8 směřujícího podrcenou frakci 0 – 150 mm přímo na skládku této frakce se omezí prostoje a navýší výroba kameniva. [9]

5. Základní technické, ekonomické a ekologické zhodnocení

V této kapitole se pokusím obhájit a vyhodnotit výsledky svého návrhu úpravy technologické linky z různých úhlů pohledu.

5.1 Technické zhodnocení

Odhlíňovací hrubotřídič OHT umístěný v primární drtírně mezi vozíkový podavač a primární drtič z technického hlediska zajistí, že odtříděná frakce 0 – 125 mm před primárním drcením odlehčí primárnímu drtiči a tím zvýší výkon celé technologické linky. Frakce 0 – 125 mm směřuje pomocí skluzu přímo na pásový dopravník D 1 před dopad podrceného materiálu z primárního drtiče, tím vytvoří ochrannou vrstvu na pásu před dopadajícím kamenivem z drtiče. Předpokládané množství odtříděné frakce 0 – 125 mm se pohybuje v rozmezí 10 – 40% dle složení a vlastností podávané rubaniny. Drobné zahliněné částice rubaniny mohou navíc ucpávat drtící prostor primárního drtiče. Následkem toho klesá drtící výkon a obsluha drtiče musí fyzicky namáhavou práci tyto nalepené vrstvy odstraňovat. Při nasazení hrubotřídiče OHT drobné zahliněné částice propadnou třídicím roštem, aniž by způsobovaly ucpání primárního drtiče. Obsluha drtiče následně vykonává svou práci s menší fyzickou námahou a větší bezpečností práce. OHT je dimenzován i pro výměnu primárního drtiče V 7 – 2 N za výkonnější dvouvzpěrný čelistový drtič V 8 – 2 N s velikostí vstupního otvoru 1000 – 800 mm.

Modernizace vibračních třídičů výstředníkových VTN přinese změny ve způsobu upínání sít na třídiči pro hrubé třídění, umožní lepší rozprostření materiálu po třídicích plochách a větší účinnost třídění. Sítovou plochu oproti původnímu uspořádání ze dvou dílů s jednotlivými rozměry 1 500 x 2 000 mm budou tvořit třídicí plošinu čtyři díly s jednotlivými rozměry 1 500 x 1 000 mm. Menší rozměry jednotlivých sít představují snadnější, rychlejší a bezpečnější manipulaci s nimi. V případě výměny se mohou měnit jednotlivá síta. Menší díly sít a větší časové prodlevy v jejich výměně snižují fyzickou námahu a zároveň zvyšují bezpečnost práce.

U třídiče na drobné třídění použitím harfových sít v horní i spodní plošině dojde k lepšímu vytřídění jednotlivých frakcí a navýšení celkového výkonu. Sítové plochy mají samočisticí funkci, čímž nedochází k jejich zalepování.

Haldovací pásový dopravník D 8 směřuje frakci 0 – 150 mm přímo na skládku umístěnou vedle třídního. Při výrobě této frakce jsou v chodu tyto stroje vozíkový podavač, hrubotřídič OHT, primární drtič, pásový dopravník D 1 a haldovací pásový dopravník D 8. Nákladní automobil u této frakce zajišťuje pouze navážení rubaniny do primární násypky. Na strojích, které nejsou v chodu, lze bezpečně provádět údržbu a opravy bez nutnosti odstavení celého provozu.

5.2 Ekonomické zhodnocení

Odhlíňovací hrubotřídič OHT z ekonomického hlediska znamená přínos v množství vyrobeného kameniva (viz tabulka č. 1). Teoretický hodinový výkon primárního drtiče V 7 – 2 N při nastavení šterbiny na 80 mm činí 60 t. Při předpokladu odtříděné frakce hrubotřídičem OHT 10 – 40% v průměru pak 25% což znamená, zvýšení teoretického hodinového výkonu o 15 t na 75 t. Celkovým sezonním dvousměnným provozem technologické linky dojde k teoretickému navýšení výroby drceného kameniva o 40 500 t.

Tabulka č. 1: Teoretický výkon primárního drtiče a hrubotřídiče OHT (autor)

Výkon primárního drtiče při nastavení velikosti šterbiny:	80 mm [t/h]	+ 10% propad OHT	100 mm [t/h]	+ 10% propad OHT	120 mm [t/h]	+ 10% propad OHT
1 - hodina	60	66	80	88	100	110
1 - směna	450	495	600	660	750	825
2 - směny	900	990	1 200	1 320	1 500	1 650
1 - týden	4 500	4 950	6 000	6 600	7 500	8 250
1 - měsíc	18 000	19 800	24 000	26 400	30 000	33 000
9 - měsíců	162 000	178 200	216 000	237 600	270 000	297 000
Sezonní nárůst:	+ 16 000 tun		+ 21 600 tun		+ 27 000 tun	

K modernizaci vibračních třídičů výstředníkových VTN dojde změnou v upínání sít na třídiči pro hrubé třídění. Gumové profily, které jsou v místech dotyku síta s konstrukcí třídiče, zvýší životnost síťové plochy. Díky konkávnímu upnutí sít se tříděný materiál rovnoměrně rozvrství po celé síťové ploše. Síťové plochy jsou složeny z jednotlivých síťových dílců. Díky tomu proběhne výměna opotřebovaného dílce síťové plochy. Celkový přínos je ve zkvalitnění třídění a prodloužení životnosti síťových ploch.

Výměna klasických ocelových sít na třídiči pro jemné třídění za harfová ocelová síta v obou plošinách třídiče přinese úsporu v podobě větší životnosti síta a lepšího vytřídění jednotlivých frakcí, díky samočisticí funkci harfových sít.

Haldovací pásový dopravník D 8, určený k dopravě podrcené frakce 0 – 150 mm přímo na skládku, zkrátí celkovou dobu jednoho dopravního cyklu nákladního automobilu Tatra 815 navážejícího rubaninu do násypky primární drtírny. Frakce 0 – 150 mm se vyrábí z rozvalu rubaniny na první etáži, která je vzdálená 1 200 – 1 500 m od primární drtírny. Nákladní automobil většinou vyváží vyrobenou frakci z expedičního zásobníku na skládku. Celková doba tohoto dopravního cyklu včetně naložení rubaniny, doby jízdy k násypce, vysypání rubaniny, doby vyvážení a doby jízdy zpět trvá 20 minut. To odpovídá hodinovému výkonu nákladního automobilu 45 t. Bez vyvážení frakce 0 – 150 mm z expedičních zásobníků na skládku trvá tento cyklus 15 minut a za hodinu tedy doveze nákladní automobil 60 t rubaniny. To znamená nárůst výroby této frakce o 225 t za den při dvousměnném provozu.

5.3 Ekologické zhodnocení

Odhlíňovací hrubotřídič OHT umístěný v primární drtírně mezi vozíkový podavač a primární drtič znamená nárůst spotřeby elektrické energie z 62,5 kW na celkových 70 kW/hod. Bez hrubotřídiče OHT, při výrobě 60 t/hod, vychází spotřeba elektrické energie 1,04 kW na tunu podrceného materiálu. Při použití hrubotřídiče OHT z hodinovým výkonem 75 t primární drtírny činí spotřeba na jednu vyrobenou tunu 0,93 kW. To znamená 10,5% úsporu ve spotřebě elektrické energie.

Modernizace vibračních třídičů výstředníkových VTN přináší změnu v upínání sít na třídiči pro hrubé třídění, díky které se síta napínají přes gumové profily. Pomocí toho se zvyšuje životnost sít a snižuje hlučnost při vlastním třídění. Navíc se vyměňují jednotlivé dílce sít a ne celé sítové plochy.

U třídiče pro jemné třídění se použijí harfová síta, která v místech kontaktu s konstrukcí třídiče jsou oddělena polyuretanovými profily. Toto řešení také přinese větší životnost samotných sít a menší produkci hluku při třídění. Předpokladem je i celkově menší zatížení obou třídičů a tím i menší spotřeba elektrické energie.

Haldovací pásový dopravník D 8 směřuje frakci 0 – 150 mm z třídírny přímo na skládku. Tím odpadá vyvážení vyrobené frakce z expedičního zásobníku a zmenší se spotřeba pohonných hmot a produkce výfukových plynů nákladního automobilu na jednu vyrobenou tunu kameniva.

Možnými negativy u změn v technologické lince jsou zvýšení hlučnosti a prašnosti u nového hrubotřídiče OHT. Hlučnost omezí zřízení protihlukové stěny umístěné u násypky primární drtírny. Zvýšení prašnosti zabrání umístění trysek voda – vzduch mlžícího zařízení nad roštovou třídící plochu hrubotřídiče i na skluzu, jenž směřuje odtříděnou frakci na pásový dopravník D 1.

6. Závěr

Dnešní tržní ekonomika vyžaduje u producentů kameniva vysokou kvalitu a kvantitu s nízkými prodejními cenami. Kamenolom Nejdek patří k provozovnám s roční výrobou drceného kameniva do 200 tisíc tun. Jakost svých výrobků, odpovídajících daným normám, dokládá výsledkem zkoušek z akreditovaných zkušeben kameniva. Odběr vzorků je prováděn dle stanoveného harmonogramu u jednotlivých frakcí.

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout úpravy na technologické lince v kamenolomu Nejdek. Mé návrhy vychází z vlastních zkušeností a dlouholeté praxe v oboru ve zpracování a úpravě surovin, kde jsem se snažil aktivně podílet na celkovém chodu dané provozovny. Ve svém textu jsem podrobně popsal částečnou rekonstrukci primární drtírny a třídírny. V primární drtírně navrhuji umístění odhliňovacího hrubotříděče OHT 1025 mezi vozíkový podavač a primární čelistový drtič. Na třídírně doporučuji modernizaci vibračních výstředníkových třídíčů VTN, na kterých by se změnil způsob upínání sít v rámu tříděče a změni se i některé typy sít u určitých frakcí. Dále považuji za vhodné umístění nového haldovacího pásového dopravníku D 8 určeného k dopravě frakce 0 – 150 mm z třídírny přímo na skládku, umístěné v prostoru bývalé skládky frakce 63 – 125 mm vedle samotné třídírny. V rekonstrukci počítám s využitím stávajícího strojního zařízení a s ohledem na finanční prostředky dané provozovny.

Domnívám se, že mnou předložený návrh by zcela jistě přispěl ke zkvalitnění celkového výrobního procesu kamenolomu Nejdek. K přínosům by patřilo zejména odlehčení primárnímu čelistovému drtiči, zlepšení vytřídění jednotlivých frakcí bez zalepování sít i přímé vynášení frakce 0 – 150 mm na skládku. Další výhodou by byla jednodušší údržba strojních zařízení a prodloužení životnosti jednotlivých spotřebních dílů. Klesne spotřeba elektrické energie a pohonných hmot na jednu tunu vyrobeného materiálu. Zvýší se celkový výkon technologické linky a množství vyrobeného drceného kameniva. I přes nárůst výroby se sníží podíl fyzicky namáhavé práce, následkem toho se zvýší bezpečnost práce v kamenolomu.

Myslím si, že se mi zadaný cíl podařilo splnit. Tento návrh může být využitý v praxi s investičními možnostmi provozovny. V případě uskutečnění návrhu očekávám brzkou návratnost daných investic.

7. Seznam použité literatury

1. KAMENOLOMY ČR s.r.o. - POPD a Geologická dokumentace kamenolom Nejdek
2. SLIVKA, V. a kol.: *Těžba a úprava silikátových surovin*. 1. vyd. Praha: Silikátový svaz Praha, 2002, 443 s., ISBN 80-903113-0-X.
3. KRYL, V. a kol.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997, 266 s., ISBN 80-7078-396-6.
4. VANĚK, A.: *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. vyd. 1. Praha: Academia, 2003, 526 s., ISBN 80-200-1045-9.
5. KLIMECKÝ, O. a kol.: *Manipulace s materiálem: doprava v lomech*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1988, 312 s.
6. DVOUZPĚRNÉ ČELISŤOVÉ DRTIČE, Přerovské strojírný, 6 s., MTZ 31-5811-76.
7. POLÁK, J. a kol.: *Dopravní a manipulační zařízení II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003, 104 s., ISBN 80-248-0493-X.
8. DVOUZPĚRNÉ ČELISŤOVÉ DRTIČE, Přerovské strojírný, 8 s., MTZ 31-26654-79.
9. POLÁK, J. a Slíva, A.: *Dopravní a manipulační zařízení III*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005, 133 s., ISBN 978-80-248-0963-X.
10. Dokumentace Metso minerals: GYRATORY CRUSHER GP 100 s/n 20636, CZECH REPUBLIC
11. SYSTÉMY PRO DRCENÍ A TŘÍDĚNÍ NEROSTNÝCH SUROVIN A PRO RECYKLACI, PSP Engineering a. s., 2009, 39 s.
12. *Články přestavby*, online, [cit. 2015-04-20]. Dostupné na: http://www.techkon.cz/clanky_prestavby.html.
13. *Harfové síto s horizontálně zvlněnými dráty*, online, [cit. 2015-04-20]. Dostupné na: <http://www.screenservis.cz/cs/root/prumyslova-sita/kovova-sita/harfova/harfove-sito-s-horizontalne-zvlnenymi-draty>

8. Seznam použitých obrázků

Obrázek č. 1: Letecký snímek lokality Nejdek (foto: www.mapy.cz)

Obrázek č. 2: Stěna 4. etáže moravská droba (autor)

Obrázek č. 3: Vrtací souprava Atlas Copco F 9 C (zdroj: www.cemdest.cz)

Obrázek č. 4: Nakládku rubaniny Case 988 (autor)

Obrázek č. 5: Expediční nakládku Volvo 120 F (autor)

Obrázek č. 6: Primární drtič s násypkou (autor)

Obrázek č. 7: Třídírna s expedičními zásobníky (autor)

Obrázek č. 8: Třídíče VTN pro hrubé třídění (autor)

Obrázek č. 9: Dvouvpěrný čelistový drtič DCD 500 (autor)

Obrázek č. 10: Sekundární drtírna (autor)

Obrázek č. 11: Nordberg GP 100 MF (zdroj: www.metso.com)

Obrázek č. 12: Výkres úprav třídíče VTN (autor)

Obrázek č. 13: Místo pro skládku frakce 0 – 150 mm (autor)

9. Seznam příloh

Schéma č. 1: Technologická linka kamenolomu Nejdek před úpravou

Schéma č. 2: Schéma technologické linky kamenolomu Nejdek po úpravě

Schéma č. 3: Provozní důlní mapa kamenolomu Nejdek v měřítku 1 : 2000

10. Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Teoretický výkon primárního drtiče a hrubotříděče OHT (autor)